

Bornă interactivă informativă bazată pe realități augmentate

Mihai Polceanu

Universitatea OVIDIUS Constanța
B-dul Mamaia 124, 900527, România
mythalic@gmail.com

Dorin-Mircea Popovici

Universitatea OVIDIUS Constanța
B-dul Mamaia 124, 900527, România
dmpopovici@univ-ovidius.ro

REZUMAT

În prezenta contribuție introducem sistemul BIIBAR, ce reprezintă o bornă interactivă informativă bazată pe tehnologiile ale realității augmentate (AR), oferite de API-ul *Augmented Reality Toolkit* (ARToolkit). După invocarea cadrului teoretic suport al pachetului ARToolkit sunt aduse în discuție avantajele și dezavantajele soluțiilor posibile. În final, sunt prezentate posibilitățile oferite de soluția adoptată precum și direcțiile de aplicabilitate viitoare.

Cuvinte cheie

Realități augmentate, interfață interactivă.

Clasificare ACM

H5.2. User interfaces, I.3.7. Virtual Reality.

MOTIVAȚIE

Nu rare sunt situațiile în care lipsa de informații sau inaccesibilitatea acestora devine un factor stresant în viața cotidiană. Dacă pentru o persoană ce posedă toate capacitățile fizice această incomoditate constituie o problemă ușor de rezolvat, pentru o persoană cu handicap ar putea reprezenta o adevărată provocare.

Tehnologia mileniului trei își face simțită prezența tot mai des în sistemele de asistare a persoanelor aflate în dificultate.

Fără a face distincție între aceste categorii de utilizatori, în lucrarea de față prezentăm o soluție originală, bazată pe tehnologiile realităților augmentate (RA), de implementare a unui sistem interactiv de informare (BIIBAR), destinat largului public.

După o scurtă trecere în revistă a celor mai importante realizări în domeniul RA, oferim o descriere generală a sistemului BIIBAR urmată de o secțiune destinată discuțiilor. Încheiem prin concluzii și posibile direcții de dezvoltare ale sistemului BIIBAR.

NIVELUL ACTUAL

Una din provocările pe care dezvoltarea acestui mediu de realități mixte o presupune este aceea de stabilire a poziționării observatorului. Această informație trebuie extrasă din imaginea preluată de la o cameră de luat vederi. Pentru a rezolva această problemă ARToolkit [1] folosește algoritmi de tip *computer-vision* ce presupun detectarea și recunoașterea unor *markeri* (simboluri cărora le este asociat un model virtual în cadrul aplicației). Acești algoritmi sunt asemănători celor utilizați de tehnologia rețelelor neuronale artificiale în ceea ce privește procesarea semnalelor în general, și a imaginilor sau sunetelor, în particular.

Baze teoretice – modul de funcționare

În cele ce urmează vom descrie pașii algoritmului folosit de ARToolkit în procesarea imaginilor.

- Primul pas constă în capturarea imaginii.
- Apoi este necesară aplicarea unui filtru pentru a putea localiza *markerul*. Acest filtru poartă numele și de etapa de binarizare, în care cadrul inițial este transformat, prin diferențierea culorilor, într-o imagine alb-negru care poate fi acum reprezentată cu ușurință prin codul binar, și stocată de aplicație pentru procesele ulterioare.
- Are loc detecția marginilor după care se estimează poziția liniilor de contur, care sunt apoi parametrizate.
- Se găsesc vârfurile *markerului* la nivel *sub-pixel*.
- Se normalizează imaginea curentă.
- Se încarcă datele simbolurilor cunoscute și se face asocierea între acestea și situația actuală.
- Se calculează homografia *markerului* (Homografia este un concept matematic din aria geometriei și se definește ca relația între două figuri geometrice, astfel încât orice punct din una dintre figuri corespunde unui singur punct din cea de-a doua figura, și vice-versa).
- Din acest moment se calculează transformările camerei față de *marker*, după care au loc optimizările de rigoare, apoi parametrii fiind trimiși mai departe în scopul folosirii lor de către aplicație.

Acest algoritm este repetat pentru fiecare cadru (*frame*) al capturii video.

În ultima perioadă se încearcă depășirea limitelor soluției curente prin implicarea rețelelor neuronale în detecția și interpretarea *markerilor* [2].

Rețelele neuronale au ca principal atu corelarea informațiilor cu șabloane pre-stabilite, și chiar adaptarea șabloanelor pe baza datelor colecționate.

Capacitatea de învățare și de recunoaștere a datelor se datorează posibilității de adaptare a sensibilității neuronilor ce compun aceste rețele, sensibilitate cunoscută sub noțiunea de *adaptive threshold*.

Folosirea acestei tehnologii poate revoluționa adaptabilitatea sistemului, făcându-l mai rezistent la schimbările de luminozitate des întâlnite în scenariile reale și înzestrându-l cu capacitatea de a detecta și obiecte concrete, diferite de *markere*.

Soluții curente

ARToolkit este o librărie *software* pentru crearea realității augmentate, bazată pe API-ul (*Application Programming Interface*) de creare a graficii 2D și 3D denumit OpenGL. Utilizarea acestui API este în continuă creștere la nivel mondial datorită posibilităților oferite, cât și licenței *open-source*.

Principala proprietate a lui ARToolkit este de a face posibilă interacțiunea directă, mai naturală, dintre utilizator și mediul virtual mixt simulat, prin intermediul unor metafore de interacțiune intuitive. În acest fel se deschide accesul utilizatorilor ocazionali, deci neposedând cunoștințe tehnice, la mediile vizualizate.

Dintre aplicațiile realizate pe baza acestei platforme putem menționa [1]:

- ARCO – *Augmented Representation of Cultural Objects* – este un proiect de cercetare finanțat de Uniunea Europeană, având ca scop dezvoltarea de tehnici și modalități pentru ca muzeele să își poată crea versiuni 3D virtuale ale exponatelor pe internet [3],
- medii de asamblare a componentelor sau de manevrare a utilajelor cu aplicație în diverse domenii tehnice cum ar fi cel al construcțiilor, ingineriei, fizicii sau chimiei [1,4],
- aplicații în învățământul virtual, lecții interactive ce ajută elevii sau studenții să capete o mai bună înțelegere a fenomenelor pe care le studiază; un exemplu în acest sens îl constituie sistemul teatrului virtual destinat copiilor de vârste preșcolare și școlare prezentat în [5],
- jocuri și alte aplicații de divertisment sau educaționale [6,7].

Una dintre facilitățile platformei o constituie integrarea în cadrul unui sistem AR a mai multor camere de luat vederi (în particular *webcam*). Complexitatea tehnică a respectivei facilități este dovedită prin lipsa unor soluții care să o valorifice, cel puțin din cunoștințele noastre.

Originalitatea soluției BIIBAR constă tocmai în soluția tehnică adoptată. În continuare oferim o prezentare generală a sistemului precum și rațiunile care ne-au condus spre actuala implementare.

SISTEMUL BIIBAR – PREZENTARE GENERALĂ

BIIBAR exemplifică un sistem de informare ce se poate utiliza cu ușurință. El se caracterizează printr-o interacțiune naturală, în timp real, cu utilizatorul. Sistemul este format dintr-un suport rotativ, pe care este plasat un *computer (laptop)* care prelucrează informațiile primite de la două *webcamuri* pentru a crea un mediu mixt prin suprapunerea unui model 3D virtual peste cel real.

Sistemul a fost pus în aplicare cu ocazia “Zilelor porților deschise ale Universității Ovidius Constanța” (2008), dând dovadă de capacitatea de a informa eficient publicul interesat (Figura 1).

Variante de implementare

La implementarea sistemului BIIBAR au fost puse în discuție două soluții distincte.

- Sistem mobil cu un *marker* per obiectiv vizat,

- Sistem fix cu un *marker* per obiectiv vizat,
- Sistem fix cu un *marker* per mediu vizat.

În continuare considerăm utile observațiile obținute pe baza analizei posibilităților de implementare ale sistemului. Astfel vom specifica detalii despre fiecare soluție în parte și vom argumenta soluția aleasă spre implementare finală.



(a)



(b)

Figura 1 BIIBAR în practică: a) vedere de ansamblu, b) vedere în detaliu

Sistem mobil cu un marker per obiectiv

Configurația sistemului în acest caz presupune crearea a câte unui *marker* pentru fiecare obiectiv din mediul real, însoțită de crearea a câte unui model 3D virtual asociat fiecărui obiectiv. Soluția hardware presupune cuplarea și sincronizarea la *laptopul* (purtat de utilizator) a unei camere *WEB* și a unei căști de realitate virtuală – *head mounted display* (HMD) (Figura 2).

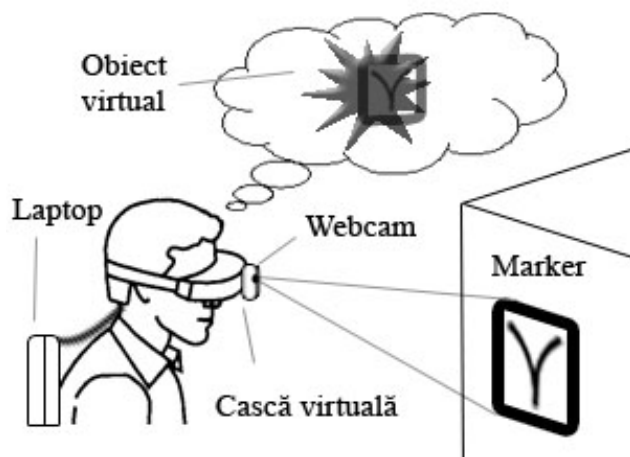


Figura 2 Configurație mobilă cu un marker per obiectiv

Avantaje: Datorită portabilității căștii virtuale, această configurație dă dovadă de o mobilitate foarte mare, utilizatorul nefiind legat de un punct fix.

Dezavantaje: Casca virtuală se mișcă simultan cu utilizatorul, astfel stabilitatea imaginilor capturate este foarte scăzută. Prin urmare, faptul că imaginile respective vor fi singura modalitate pentru utilizator de a percepe mediul înconjurător face această variantă să nu fie fezabilă.

Sistem fix cu un marker per obiectiv

Configurația în acest caz este simplificată în sensul că se utilizează o masă turnantă în detrimentul căștii de realitate virtuală (Figura 3).

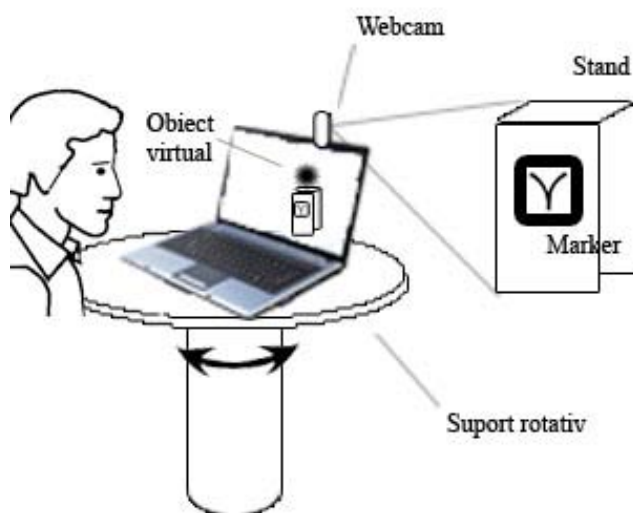


Figura 3 Configurație fixă cu un marker per obiectiv

Avantaje: Datorită lipsei trepidațiilor întâlnite în configurația anterioară, prezenta configurație beneficiază de o claritate a imaginii cu mult îmbunătățită.

Dezavantaje: Având un punct fix de unde se face detecția, markerule aflate la distanțe mai mari nu pot fi clar detectate și nici vizualizate. În acest fel scade capacitatea sistemului de a reda informațiile solicitate.

Sistem fix cu un marker per mediu

Pentru a combina avantajele celor două soluții descrise anterior, în implementarea finală am optat către soluția fixă care utilizează un singur marker pentru întreg mediul.

Această presupune însă două modificări: una la nivel hardware și cealaltă la nivel software. În materie de hardware este nevoie de o cameră video suplimentară, pentru a putea împărți rolurile de preluare a datelor reale și respectiv de detecție a markerului pentru calculul unghiului de rotație. Modificarea software constă în trei etape:

- Adaptarea aplicației *twoview* din cadrul ARToolkit pentru a fi posibilă utilizarea modelelor create în formatul VRML.
- Schimbarea matricei de transformare folosită la redarea parametrilor de poziție a markerului. Acest lucru este necesar din pricina faptului că rotirea modelului 3D trebuie făcută în funcție de o axă diferită de cea a rotației markerului.
- Informațiile primite de la camera detectoare (*webcam2* din Figura 4), vor fi folosite pentru redarea modelului asupra imaginilor preluate de camera ce observă mediul real (*webcam1* din Figura 4), spre deosebire de programul standard în care fiecare cameră își prelua informațiile în mod individual.

Configurația curentă beneficiază de un câmp vizual de 360°, prin utilizarea mesei rotative introduse în soluția anterioară și o rezoluție și claritate a imaginii net superioare prin combinarea imaginilor celor două camere *web*. Acestea sunt amplasate, prima având direcția orizontală pentru a prelua imaginea reală, cea de a doua fiind poziționată pe direcție verticală pentru a putea detecta markerul aflat deasupra instalației sistemului BIIBAR (Figura 4).

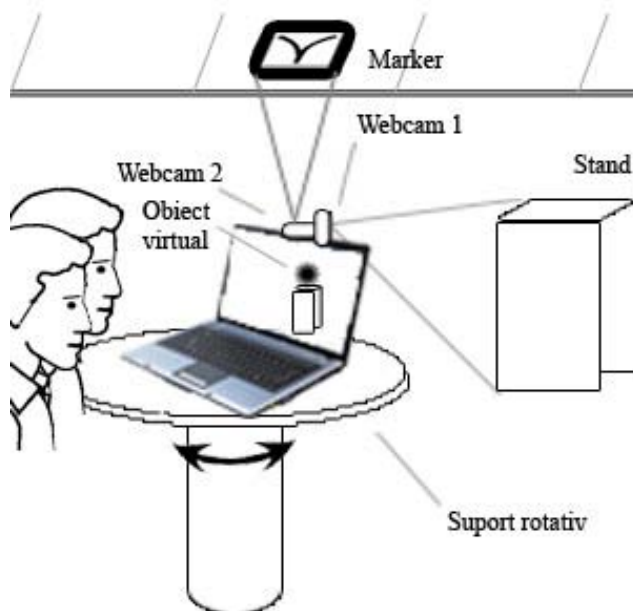


Figura 4 Configurație fixă cu un singur marker - Schema sistemului BIIBAR

Webcam2 va aproviziona aplicația cu parametrii de rotație ai sistemului față de marcator. Cu ajutorul acestor parametrii va fi stabilit unghiul de vedere al utilizatorului față de mediu. Astfel devine posibilă suprapunerea în mod corect a modelului 3D peste imaginile reale, în vederea obținerii unui mediu complet interactiv ce răspunde în timp real la acțiunile utilizatorului.

Avantaje: Datorită modului în care a fost conceput, acest sistem are o sensibilitate sporită la orientarea utilizatorului; este adaptabil la mediul în care va fi plasat (schimbând modelul 3D se pot satisface cerințele oricărui nou mediu); beneficiază de o foarte bună stabilitate a imaginii.

Aceste calități ale soluției câștigă în importanță de îndată ce plasăm sistemul într-un context colaborativ real: este exact cazul vizitelor de grup într-o locație reală (de exemplu, campusul universitar).

Dezavantaje: Lipsa mobilității din cauza suportului fix pe care este instalat sistemul și necesitatea amplasării sale în spații închise.

Dezvoltarea modelului 3D

Limbajul folosit pentru a construi modelul virtual 3D este VRML (*Virtual Reality Modeling Language*). Există mai multe motive pentru care am ales acest limbaj. În primul rând standardul VRML este suportat de platforma ARToolkit și permite descrierea rapidă a unor geometrii complexe, în detrimentul unui cod OpenGL. În al doilea rând, utilizând acest format de fișiere, sistemul BIIBAR este ușor adaptabil diferitelor configurații ale mediului real.

Un aspect deosebit de important în crearea modelului este relaționarea acestuia cu spațiul în care sistemul va fi plasat. Pentru o bună funcționare sunt necesare în prealabil măsurători ale distanțelor între pozițiile unde se dorește a se amplasa obiectele virtuale. Cu cât eroarea măsurătorilor este mai mică, cu atât modelul virtual se va mula mai bine peste imaginile reale (Figura 5).

De asemenea un alt aspect ce trebuie avut în vedere este calibrarea camerei video. Fără o configurare corectă a camerei, modelul 3D riscă să fie în dezacord cu imaginile mediului real, tocmai din cauza distorsiunii optice produse la nivelul camerei de luat vederi. Această problemă poate fi rezolvată folosind utilitățile *calib_camera2*, *calib_cparam* sau *calib_distorsion* ale ARToolkit.

CONCLUZII

Considerăm că potențialul acestei forme de informare este unul foarte ridicat.

În primul rând necesită un nivel foarte scăzut de cunoștințe pentru a fi folosit eficient.

În al doilea rând, costurile de asamblare sunt minime.

În al treilea rând dă dovadă de un înalt grad de accesibilitate, și de asemenea aplicația poate fi adaptată să conțină mult mai multe informații, spre satisfacția utilizatorului.

Sistemul poate fi folosit cu succes ca dispozitiv de informare publică în cadrul diverselor instituții.

CONFIRMARE

Prezentul sistem a fost implementat în cadrul Laboratorului de Cercetare în domeniul Realității Virtuale și Augmentate (CERVA) [8] din cadrul Facultății de Matematică și Informatică a Universității Ovidius Constanța.

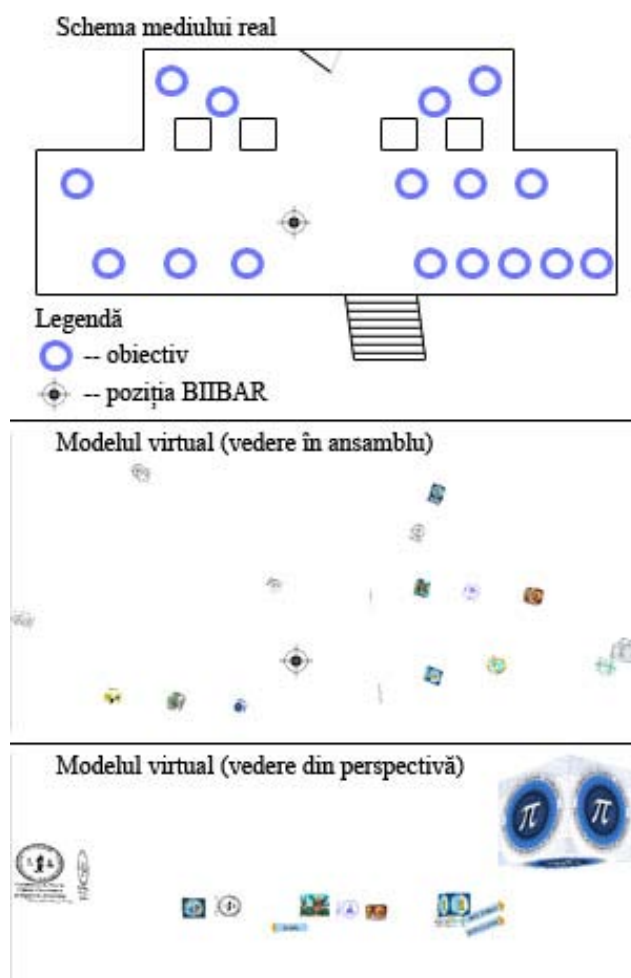


Figura 5 Modelul virtual

REFERINȚE

1. ARToolkit: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
2. Wnêiton L. Gomes, Celso Camilo, Leonardo Araújo Lima, Alexandre Cardoso, Edgard Lamounier Jr., Keiji Yamanaka: *Artificial Neural Networks to Recognize ARToolKit Markers*, Proc. of Artificial Intelligence and Pattern Recognition, pg. 464-469, 2007
3. ARCO: <http://www.arco-web.org/TextVersion/Description/Description1.html>
4. FaiMR – Furniture Assembly Instructor in Mixed Reality: <http://staff.fh-hagenberg.at/haller/research-faimr.html>
5. D.M.Popovici, C.Septseault, R.Querrec, *Motivate them to communicate*, , Proceedings of CW2006, IEEE Computer Society, Geneve, 2006, pg. 198-205, ISBN: 0-7695-2671-3.
6. Billinghurst, M., Kato, H., and Poupyrev, I., The MagicBook - moving seamlessly between reality and virtuality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, (May-June):2-4, 2001.
7. Park, Y., and Woo, W., ARTable: AR based interaction system using tangible objects. In *KCC05*, pages 523-525, 2005.
8. CERVA: <http://www.univ-ovidius.ro/cerva>